

ZOOM LENS

Patent Number: JP9015497
Publication date: 1997-01-17
Inventor(s): TAKADA KATSUHIRO
Applicant(s): OLYMPUS OPTICAL CO LTD
Requested Patent: ☐ JP9015497
Application Number: JP19950186585 19950630
Priority Number(s):
IPC Classification: G02B15/16
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE: To provide a small zoom lens having high optical performance by increasing the refractive power of a second lens group and making a third and a fourth lens groups the proper constitution.

CONSTITUTION: This zoom lens is composed of a first positive lens group, a second negative lens group having mainly the variable power action, a third positive lens group and a fourth positive lens group for compensating an image position, focusing is performed by the third or the fourth lens groups or a part of their lenses, the third lens group is composed of a positive lens group, a negative lens group and a positive lens group, the fourth lens group is composed of a positive lens group, a negative lens group and a positive lens group and the refractive powers of the positive lens group and the negative lens group, etc., in the second, the third and the fourth lens groups are properly selected for attaining the purpose.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-15497

(43) 公開日 平成9年(1997) 1月17日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 15/16

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 15/16

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-186585

(22) 出願日 平成7年(1995) 6月30日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号

(72) 発明者 高田 勝啓

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

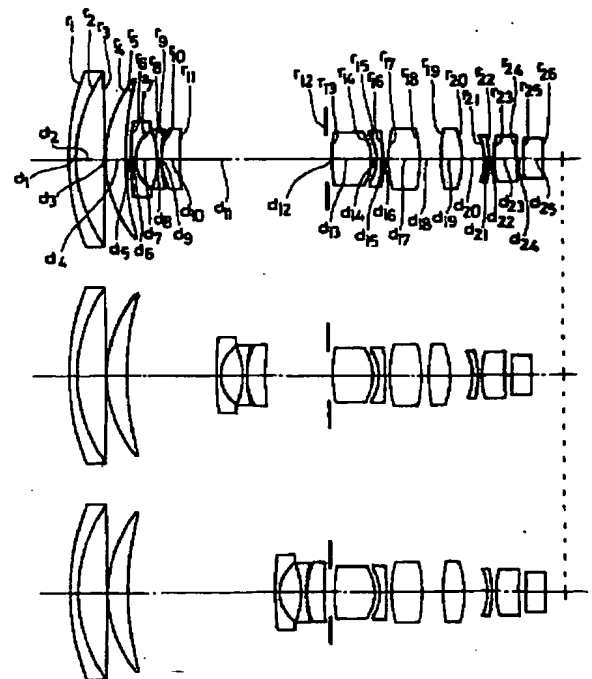
(74) 代理人 弁理士 向 寛二

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、第2レンズ群の屈折力を強くし、かつ第3、第4レンズ群を適切な構成にして小型で高い光学性能のズームレンズ系を実現するようにしたことを目的とする。

【構成】 本発明のズームレンズは、正の第1レンズ群と主として変倍作用を有する負の第2レンズ群と、正の第3レンズ群と像位置の補正作用を有する正の第4レンズ群からなり、第3又は第4レンズ群あるいはそれらの一部レンズによりフォーカシングを行なうもので、第3レンズ群が正レンズ群と負レンズ群と正レンズ群とよりなり、第4レンズ群が正レンズ群と負レンズ群と正レンズ群とよりなり、第2レンズ群および第3、第4レンズ群中の正レンズ群、負レンズ群等の屈折力を適切に選り、発明の目的を達成するようにしたものである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】物体側から順に正のパワーを持つ第 1 レンズ群と、負のパワーを持ちズームに際し光軸上を単調に移動して変倍作用を主に分担する作用を持つ第 2 レンズ群と、正のパワーを持つ第 3 レンズ群と、正のパワーを持ちズームに際して前後に移動して変倍に伴う像面位置の変動を補正する第 4 レンズ群からなり、第 3 レンズ群または第 4 レンズ群、もしくはそれらの一部のレンズ群を移動させることでフォーカシングを行うズームレンズにおいて、前記第 3 レンズ群が物体側から順に少なくとも 1 枚の正レンズからなる正レンズ群と、少なくとも 1 枚の負レンズからなる負レンズ群と、少なくとも 1 枚の正レンズからなる正レンズ群とからなり、前記第 4 レンズ群が物体側から順に少なくとも 1 枚の正レンズからなる正レンズ群と、少なくとも 1 枚の負レンズからなる負レンズ群と、少なくとも 1 枚の正レンズからなる正レンズ群とからなり、以下の条件 (1) 乃至 (5) を満足することを特徴とするズームレンズ。

- (1) $-0.67 < f_W / f_2 < -0.56$
- (2) $-0.80 < f_W / f_{3N} < -0.30$
- (3) $0.50 < f_{3P1} / f_{3P2} < 1.30$
- (4) $-0.25 < f_W / f_{4N} < -0.04$
- (5) $0.10 < f_{4P1} / f_{4P2} < 1.00$

ただし f_W , f_2 , f_{3N} , f_{3P1} , f_{3P2} , f_{4N} , f_{4P1} , f_{4P2} はそれぞれ広角端におけるレンズ全系の焦点距離、第 2 レンズ群の焦点距離、第 3 レンズ群を構成する負レンズ群の焦点距離、第 3 レンズ群を構成する物体側正レンズ群の焦点距離、第 3 レンズ群を構成する像側正レンズ群の焦点距離、第 4 レンズ群を構成する負レンズ群の焦点距離、第 4 レンズ群を構成する物体側正レンズ群の焦点距離、第 4 レンズ群を構成する像側正レンズ群の焦点距離である。

【請求項 2】第 1 レンズ群は物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと少なくとも 1 枚の正レンズからなる正レンズ群からなり、以下の条件 (6) を満足することを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

- (6) $0.06 < 1 / SF_{1N} < 0.45$

ただし SF_{1N} は第 1 レンズ群の最も物体側に配置する負メニスカスレンズのシェイピングファクターである。ここでシェイピングファクターとは、単レンズの物体側、像側の面の曲率半径をそれぞれ r_a , r_b とするとき、以下の式で表される SF のことを言う。

$$SF = (r_a + r_b) / (r_a - r_b)$$

【請求項 3】第 2 レンズ群は物体側から順に強い曲率を持つ方の面を像側に向けた負レンズと負レンズと、それに続く、最も像側に、強い曲率を持つ方の面を物体側に向けた正レンズを配置したレンズ群からなり、以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

- (7) $0.5 < 1 / SF_{2N} < 3.0$

- (8) $-1.0 < 1 / SF_{2P} < -0.2$

ただし SF_{2N} , SF_{2P} はそれぞれ第 2 レンズ群の最も物体側に配置する負レンズと、最も像側に位置する正レンズのシェイピングファクターである。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はビデオカメラやステルビデオカメラ、特に近年の高精細画像を取り込む用途に適した高い光学性能を有するズームレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】固体撮像素子を用いたカメラには極めて大きな変倍比を持つズームレンズを撮影レンズとして用いることが一般的であり、またイメージャーの大きさが比較的小さいため、明るく、しかも高性能な光学系が要求される。

【0003】このような光学系を達成する手段として物体側から順に、正のパワーを持つ第 1 レンズ群と、変倍作用を有する負のパワーを持つ第 2 レンズ群と、変倍の際に像面を一定に保つ負のパワーを持つ第 3 レンズ群と、結像作用を有する正のパワーを持つ第 4 レンズ群からなる 4 群ズームレンズが良く知られている。しかし、このような 4 群ズームレンズは、第 3 レンズ群が移動する間隔の確保が必要であること、また第 4 レンズ群が第 3 レンズ群を射出した発散光束をほぼ平行にする前群とその光束を結像する後群に分かれるために総じてレンズ全長が大きく、近年のビデオカメラの小型化の要求に答えることが困難である。

【0004】そこで最近では、物体側から順に正のパワーを持つ第 1 レンズ群と、変倍作用を有し負のパワーを持つ第 2 レンズ群と、正のパワーを持ちズームに際して固定の第 3 レンズ群と、正のパワーを持ち変倍に伴う像面位置の変動を補正する第 4 レンズ群から構成され、第 4 レンズ群を物体側に繰り出すことによりフォーカシングを行なう 4 群ズームレンズが主流となってきている。

【0005】このタイプのズームレンズとしては特開昭 62-178917 号や特開昭 62-215225 号や特開昭 63-123009 号の各公報に記載されている従来例が知られている。

【0006】また近年、撮像素子の小型化やハイビジョンなど所謂高精細映像を撮影する目的で、1つの画素サイズが極めて小さい撮像素子が開発されつつある。一般に撮像素子の画素サイズが小さくなるに従い撮影レンズに高い解像力が必要になるため、光学性能の向上に対する要求がますます高くなってきている。

【0007】このような要求を満足するズームレンズとして、特開昭 62-153913 号や特開平 1-126614 号、特開平 6-56453 号公報に記載されている従来例が知られている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】一般に高い光学性能を得るためには、各屈折面で発生する収差を正負でうまく打ち消し合わせるにより達成する方法がとられるが、ズームレンズの場合ズーミングの各状態によって光線の通り方が大きく異なり、各屈折面での収差の発生の仕方も異なる。そのため全ての焦点距離に対して各屈折面で発生する収差を打ち消し合わせることは非常に困難である。特にズーム構成の比較的簡単なズームレンズにおいて、レンズ全長の短縮化を図ろうとすると、各レンズ群の屈折力を高める必要が生じ、そのため各屈折面で発生する収差も大きくなるため、収差を打ち消し合わせることはとりわけ困難である。

【0009】特に前述の正負正正タイプの4群ズームレンズでは、負の屈折力を持つレンズ群が、変倍作用の第2レンズ群のみであり、小型化を図る際に第2レンズ群の屈折力を強めると、そのため第3レンズ群あるいは第4レンズ群の屈折力も高める必要が生じ、バックフォーカスの確保が困難となったり、高い光学性能を得ることが困難となる。

【0010】そこで高精細な映像を取り込むための、極めて高い光学性能を達成するためには、レンズ枚数を増やし、光線をできるだけ少しづつ多くの回数屈折させて結像させることにより、各屈折面での収差の発生量が少なくなるようにすることや、ズーム構成を複雑にし、複雑に打ち消し合わせることが考えられるが、いずれの場合もレンズ系が大型になる欠点があった。

【0011】前述の特開昭62-178917号や特開昭62-215225号や特開昭63-123009号の各公報に記載されている従来例は、レンズ構成は比較的簡単であり、また極めて小型化を達成しているが、ハイビジョン等の高精細映像を取り込む撮影レンズとしては光学性能が不足している。また特開昭62-153913号や特開平1-126614号、特開平6-56453号の各公報に記載されている従来例は、極めて高い光学性能を達成しているものの、多くのレンズ枚数を用いていた、ズーム構成を複雑にして収差を複雑に打ち消しあわせるなど、十分小型なレンズ系を達成しているとは言いがたい。

【0012】従って高い光学性能を保持した上で小型化を達成するためには、レンズ構成を複雑にすることなく、小型化に有利なズームタイプを選択しながらも、過度にレンズ群の屈折力を強めずに、構成を工夫することによって小型化を達成することが望ましい。具体的には前述の所謂正負正正の4群ズームレンズの構成をとりながらも、第2レンズ群の屈折力をあまり強めることなく、むしろ第3レンズ群、第4レンズ群の構成を工夫することが、重要である。

【0013】本発明はこの観点に立ち、第2レンズ群の屈折力を過度な大きさに保ち、かつ第3レンズ群、第4

レンズ群を適切な構成とすることにより高い光学性能を有する小型なズームレンズを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明のズームレンズは上記の問題点を解決するために、物体側から順に正のパワーを持つ第1レンズ群と、負のパワーを持ちズーミングに際し光軸上を単調に前後に移動して変倍作用を主に分担する作用を持つ第2レンズ群と、正のパワーを持つ第3レンズ群と、正のパワーを持ちズーミングに際して前後に移動して変倍に伴う像面位置の変動を補正する第4レンズ群からなり、第3レンズ群または第4レンズ群、もしくはそれらの一部のレンズ群を移動させることでフォーカシングを行うズームレンズにおいて、前記第3レンズ群が物体側から順に少なくとも1枚の正レンズからなる正レンズ群と、少なくとも1枚の負レンズからなる負レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズからなる正レンズ群とからなり、前記第4レンズ群が物体側から順に少なくとも1枚の正レンズからなる正レンズ群と、少なくとも1枚の負レンズからなる負レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズからなる正レンズ群とからなり、以下の条件を満足することを特徴としている。

【0015】

- (1) $-0.67 < f_W / f_2 < -0.56$
- (2) $-0.80 < f_W / f_{3N} < -0.30$
- (3) $0.50 < f_{3P1} / f_{3P2} < 1.30$
- (4) $-0.25 < f_W / f_{4N} < -0.04$
- (5) $0.10 < f_{4P1} / f_{4P2} < 1.00$

ただし f_W 、 f_2 、 f_{3N} 、 f_{3P1} 、 f_{3P2} 、 f_{4N} 、 f_{4P1} 、 f_{4P2} はそれぞれ広角端におけるレンズ全系の焦点距離、第2レンズ群の焦点距離、第3レンズ群を構成する負レンズ群の焦点距離、第3レンズ群を構成する物体側正レンズ群の焦点距離、第3レンズ群を構成する像側正レンズ群の焦点距離、第4レンズ群を構成する負レンズ群の焦点距離、第4レンズ群を構成する物体側正レンズ群の焦点距離、第4レンズ群を構成する像側正レンズ群の焦点距離である。

【0016】前記の条件(1)は、第2レンズ群の屈折力を規定するものである。条件(1)の上限を越えて大きな値を持つと、第2レンズ群の負の屈折力が不足し、他のレンズ群の構成を工夫しても小型化やバックフォーカスの確保が困難となる。また下限を越えて小さな値を持つと、小型化やバックフォーカスの確保には有利であるが、第3レンズ群もしくは第4レンズ群の正の屈折力も強めなければならず、諸収差の悪化を招き高い光学性能を維持できなくなる。

【0017】また第3レンズ群と第4レンズ群は、前述のようなともに物体側から順に正レンズ群と負レンズ群と正レンズ群からなり、第2レンズ群からの発散光束を結像させる作用を持つが、バックフォーカスを確保する

ために第3レンズ群よりも第4レンズ群の屈折力を強めてある。このとき高い光学性能とバックフォーカスを確保するために、第3レンズ群を構成する正レンズ群と負レンズ群は前記条件(2)と(3)を満足するように、また第4レンズ群を構成する正レンズ群と負レンズ群は条件(4)と(5)を満足するように構成されている。

【0018】条件(2)は第3レンズ群を構成する負レンズ群の屈折力を規定しており、条件の下限を越えて小さな値を持つと、球面収差特に望遠端での大きな正の球面収差を補正することが困難になり、条件(2)の上限を越えて大きな値を持つと、逆に正レンズ群で発生する負の球面収差や非点収差を負レンズ群で補正することが困難になる。又条件(3)は第3レンズ群を構成する物体側と像側の正レンズ群の屈折力配分を規定するものであり、条件(3)の下限を越えて小さな値を持つと、バックフォーカスの確保が困難になるうえ、球面収差の発生が著しくなる。また上限を越えて大きな値を持つと球面収差の発生が大きくなり、さらに非点収差の補正が困難になり好ましくない。

【0019】条件(4)は第4レンズ群を構成する負レンズ群の屈折力を規定するもので、条件(4)の下限を越えて小さな値を持つと、広角端から望遠端にかけて正の非点収差や、望遠端での正の球面収差、正のコマ収差の発生が著しく、他のレンズ群を用いても補正することが困難になり、条件(4)の上限を越えて大きな値を持つと、逆に正レンズ群で発生する負の球面収差や負のコマ収差、非点収差を負レンズ群で補正することが困難になる。又条件(5)は第4レンズ群を構成する物体側と像側の正レンズ群の屈折力配分を規定するもので、条件(5)の下限を越えて小さな値を持つと、バックフォーカスの確保が困難になるうえ、軸上光線高の高い物体側正レンズ群の屈折力が強くなり、負の球面収差の発生が著しくなる。また上限を越えて大きな値を持つと球面収差の発生が大きくなり、さらに非点収差の補正が困難になり好ましくない。

【0020】さらに本発明のズームレンズの光学性能を高く保つためには、条件(2)の代わりに以下の条件(2')を、もしくは条件(3)の代わりに以下の条件(3')を、もしくは条件(4)の代わりに以下の条件(4')を満足せしめることが望ましい。

【0021】

$$(2') \quad -0.70 < f_W / f_{3N} < -0.35$$

$$(3') \quad 0.65 < f_{3P1} / f_{3P2} < 1.25$$

$$(4') \quad -0.22 < f_W / f_{4N} < -0.06$$

また第1レンズ群の最も物体側の負レンズは下記条件(6)を満足せしめることが望ましい。

【0022】

$$(6) \quad 0.06 < 1 / SF_{1N} < 0.45$$

条件(6)は第1レンズ群の最も物体側の負レンズの形状を規定する条件であり、上限を越えて大きな値を持つ

と広角端の正の非点収差、負の歪曲収差が大きくなり、また望遠端においては正の球面収差、負のコマ収差、正の非点収差が悪化する。下限を越えて小さな値を持つと望遠端における負の球面収差と正のコマ収差、負の非点収差が悪化し好ましくない。

【0023】さらに高い光学性能を保持するためには条件(6)の代わりに以下の条件(6')を満足せしめることが望ましい。

【0024】

$$(6') \quad 0.10 < 1 / SF_{1N} < 0.28$$

また第2レンズ群の最も物体側の負レンズは下記条件(7)を、最も像側の正レンズは下記条件(8)を満足せしめることが望ましい。

$$【0025】(7) \quad 0.5 < 1 / SF_{2N} < 3.0$$

$$(8) \quad -1.0 < 1 / SF_{2P} < -0.2$$

条件(7)は第2レンズ群の最も物体側の負レンズの形状を規定する条件であり、上限を越えて大きな値を持つと広角端の正の非点収差と負の歪曲収差が大きくなり、また望遠端においては球面収差、正の非点収差を補正することが困難となる。下限を越えて小さな値を持つと広角端の正の非点収差、負の歪曲収差と、望遠端における正の球面収差と負の非点収差、コマ収差が悪化し好ましくない。条件(8)は第2レンズ群の最も像側の正レンズの形状を規定する条件であり、上限を越えて大きな値を持つと広角端の負の非点収差と正のコマ収差が大きくなり、また望遠端においては負の球面収差を補正することが困難となる。下限を越えて小さな値を持つと広角端の正の非点収差と、望遠端における正の球面収差が悪化し好ましくない。

【0026】さらに高い光学性能を保持するためには前記条件(7)の代わりに以下の条件式(7')を、もしくは前記条件(8)の代わりに以下の条件(8')を満足せしめることが望ましい。

$$【0027】(7') \quad 0.6 < 1 / SF_{2N} < 1.4$$

$$(8') \quad -0.7 < 1 / SF_{2P} < -0.3$$

また第4レンズ群を構成する負レンズ群に、以下の条件(9)を満足する負レンズを配置することが望ましい。

【0028】

$$(9) \quad -0.4 < 1 / SF_{4N} < -0.1$$

ただし SF_{4N} は第4レンズ群の負レンズのシェイピングファクタである。

【0029】条件(9)は第4レンズ群の負レンズの形状を規定する条件であり、上限を越えて大きな値を持つと広角端から望遠端にかけて正の球面収差や正のコマ収差、正の非点収差が大きくなり、下限を越えて小さな値を持つと逆に負の球面収差を補正することが困難になり好ましくない。

【0030】

【実施例】次に本発明のズームレンズの各実施例を示す。

(第 1 実施例)

$f = 9.222 \sim 25.465 \sim 71.452, F = 2.0$			
$2\omega = 49.54^\circ \sim 18.29^\circ \sim 6.44^\circ$			
$r_1 = 74.2473$	$d_1 = 2.0000$	$n_1 = 1.81264$	$\nu_1 = 25.43$
$r_2 = 45.4905$	$d_2 = 7.2894$	$n_2 = 1.57098$	$\nu_2 = 71.30$
$r_3 = -2463.4144$	$d_3 = 0.1000$		
$r_4 = 36.7241$	$d_4 = 5.1376$	$n_3 = 1.57098$	$\nu_3 = 71.30$
$r_5 = 86.3143$	$d_5 = D_1$ (可変)		
$r_6 = 104.0007$	$d_6 = 1.2000$	$n_4 = 1.62033$	$\nu_4 = 63.38$
$r_7 = 10.2555$	$d_7 = 5.4559$		
$r_8 = -23.9557$	$d_8 = 1.2000$	$n_5 = 1.58566$	$\nu_5 = 46.33$
$r_9 = 37.1970$	$d_9 = 0.1500$		
$r_{10} = 21.9251$	$d_{10} = 4.4365$	$n_6 = 1.84281$	$\nu_6 = 21.00$
$r_{11} = 98.0712$	$d_{11} = D_2$ (可変)		
$r_{12} = \infty$ (絞り)	$d_{12} = 1.0000$		
$r_{13} = 41.5756$	$d_{13} = 10.0004$	$n_7 = 1.45720$	$\nu_7 = 90.31$
$r_{14} = -14.4110$	$d_{14} = 1.4264$		
$r_{15} = -12.5427$	$d_{15} = 1.5000$	$n_8 = 1.68948$	$\nu_8 = 44.00$
$r_{16} = -76.0016$	$d_{16} = 1.1979$		
$r_{17} = 30.6349$	$d_{17} = 8.0033$	$n_9 = 1.49845$	$\nu_9 = 81.61$
$r_{18} = -37.3930$	$d_{18} = D_3$ (可変)		
$r_{19} = 39.4855$	$d_{19} = 5.5018$	$n_{10} = 1.57098$	$\nu_{10} = 71.30$
$r_{20} = -30.4322$	$d_{20} = 5.9407$		
$r_{21} = -15.2300$	$d_{21} = 1.2000$	$n_{11} = 1.68301$	$\nu_{11} = 28.52$
$r_{22} = -28.1317$	$d_{22} = 0.9736$		
$r_{23} = 24.3513$	$d_{23} = 5.8476$	$n_{12} = 1.57098$	$\nu_{12} = 71.30$
$r_{24} = 42.3088$	$d_{24} = 2.0000$		
$r_{25} = \infty$	$d_{25} = 5.0000$	$n_{13} = 1.51825$	$\nu_{13} = 64.15$
$r_{26} = \infty$			
f	9.2220	25.4651	71.4521
D_1	1.5000	23.1074	37.6773
D_2	37.6773	16.0684	1.5000
D_3	5.2629	1.7680	5.0442

$$f_W / f_2 = -0.621, \quad f_W / f_{3N} = -0.419, \quad f_{3P1} / f_{3P2} = 0.705$$

$$f_W / f_{4N} = -0.183, \quad f_{4P1} / f_{4P2} = 0.345, \quad 1 / S F_{1N} = 0.240$$

$$1 / S F_{2N} = 0.821, \quad 1 / S F_{2P} = -0.635, \quad 1 / S F_{4N} = -0.298$$

ただし r_1, r_2, \dots はレンズ各面の曲率半径、 d_1, d_2, \dots は各レンズの肉厚およびレンズ間隔、 n_1, n_2, \dots は各レンズの e 線の屈折率、 ν_1, ν_2, \dots は各レンズの d 線のアッペ数である。

【0031】この第 1 の実施例は図 1 に示されるように、物体側から順に正の屈折力を持つ第 1 レンズ群と、負の屈折力を持ちズームに際して光軸上を単調に移動して変倍作用を持つ第 2 レンズ群と、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群と、正の屈折力を持ちズームに際して光軸上を前後に移動して像面位置を補正する作用を持つ第 4 レンズ群から構成されている。さらに第 1 レンズ群は物体側から順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズと、物体側に曲率の強い方の面を向けた 2 枚の正レンズからなり、第 2 レンズ群は物体側から順に曲率の

強い方の面を像側に向けた負レンズと、負レンズと、曲率の強い方の面を物体側に向けた正レンズからなる。そして第 2 レンズ群は前記の条件 (1) を満足するように屈折力を保っている。

【0032】また第 3 レンズ群と第 4 レンズ群は、ともに物体側から順に正レンズと負レンズと正レンズからなり、第 2 レンズ群からの発散光束を結像させる作用を持つが、バックフォーカスを確保するために第 3 レンズ群よりも第 4 レンズ群の屈折力を強めてある。このとき高い光学性能とバックフォーカスを確保するために、第 3 レンズ群を構成する正レンズ群と負レンズ群は条件

(2) と (3) を満足するように、また第 4 レンズ群を構成する正レンズ群と負レンズ群は条件 (4) と (5) を満足するように構成している。

【0033】また第1レンズ群の最も物体側の負レンズは条件(6)を満足する。

【0034】また第2レンズ群の最も物体側の負レンズは条件(7)を、最も像側の正レンズは条件(8)を満

足している。

【0035】また第4レンズ群を構成する負レンズ群の負レンズは条件(9)を満足する。

(第2実施例)

$$f = 9.211 \sim 25.386 \sim 71.921, F = 2.0$$

$$2\omega = 49.82^\circ \sim 17.86^\circ \sim 6.25^\circ$$

$r_1 = 74.3743$	$d_1 = 2.0000$	$n_1 = 1.81264$	$\nu_1 = 25.43$
$r_2 = 45.0025$	$d_2 = 7.4886$	$n_2 = 1.59446$	$\nu_2 = 68.30$
$r_3 = -340.0089$	$d_3 = 0.1000$		
$r_4 = 40.8856$	$d_4 = 4.8883$	$n_3 = 1.49845$	$\nu_3 = 81.61$
$r_5 = 120.1895$	$d_5 = D_1$ (可変)		
$r_6 = 286.5521$	$d_6 = 1.2000$	$n_4 = 1.57098$	$\nu_4 = 71.30$
$r_7 = 13.0951$	$d_7 = 5.6711$		
$r_8 = -20.6424$	$d_8 = 1.2000$	$n_5 = 1.53316$	$\nu_5 = 62.44$
$r_9 = 31.3233$	$d_9 = 0.1500$		
$r_{10} = 24.2330$	$d_{10} = 2.4986$	$n_6 = 1.84281$	$\nu_6 = 21.00$
$r_{11} = 61.6418$	$d_{11} = D_2$ (可変)		
$r_{12} = \infty$ (絞り)	$d_{12} = 1.0000$		
$r_{13} = 29.3495$	$d_{13} = 10.2289$	$n_7 = 1.85649$	$\nu_7 = 32.28$
$r_{14} = -73.8500$	$d_{14} = 3.4469$		
$r_{15} = -13.7871$	$d_{15} = 1.5000$	$n_8 = 1.73429$	$\nu_8 = 28.46$
$r_{16} = 45.4840$	$d_{16} = 0.3934$		
$r_{17} = 36.3656$	$d_{17} = 5.1622$	$n_9 = 1.45720$	$\nu_9 = 90.31$
$r_{18} = -13.0126$	$d_{18} = D_3$ (可変)		
$r_{19} = 95.1415$	$d_{19} = 2.5000$	$n_{10} = 1.79025$	$\nu_{10} = 50.00$
$r_{20} = -45.4224$	$d_{20} = 1.7826$		
$r_{21} = -17.8303$	$d_{21} = 1.5000$	$n_{11} = 1.84281$	$\nu_{11} = 21.00$
$r_{22} = -23.3514$	$d_{22} = 0.1500$		
$r_{23} = 28.7447$	$d_{23} = 12.5002$	$n_{12} = 1.74435$	$\nu_{12} = 52.68$
$r_{24} = 155.6295$	$d_{24} = 2.0000$		
$r_{25} = \infty$	$d_{25} = 5.0000$	$n_{13} = 1.51825$	$\nu_{13} = 64.15$
$r_{26} = \infty$			
f	9.2105	25.3861	71.9205
D_1	1.5000	21.7937	35.2710
D_2	35.2710	14.9705	1.5000
D_3	5.4748	2.8561	7.0388
D_3'	5.3885	2.2668	2.7842

$$f_W / f_2 = -0.633, \quad f_W / f_3 N = -0.646, \quad f_{3P1} / f_{3P2} = 1.186$$

$$f_W / f_{4N} = -0.090, \quad f_{4P1} / f_{4P2} = 0.863, \quad 1 / S F_{1N} = 0.246$$

$$1 / S F_{2N} = 0.913, \quad 1 / S F_{2P} = -0.436, \quad 1 / S F_{4N} = -0.134$$

$$d / f_W = 1.357$$

この第2実施例は第1実施例と同様の構成を取り、さらに第4レンズ群を物体側に移動させることによりフォーカシングを行っている。そのため第3レンズ群と第4レンズ群の間隔を空け、バックフォーカスの確保が困難になることを、第3レンズ群の屈折力を弱め、第4レンズ群の屈折力を強めることで補っている。

【0036】ズーミングの際の像面の変動を補正する作用を持つ第4レンズ群を移動させてフォーカシングを行うため、特に像面の変動が大きくなりえない為に、第4レ

ンズ群あるいは一般的にフォーカシングを行なうレンズ群での非点収差の補正が重要であり、そのためにはフォーカシングで移動させるレンズ群に以下の条件(10)を満足するレンズを少なくとも1枚配置せしめることが望ましい。

$$【0037】(10) \quad 0.7 < d / f_W < 2.0$$

ただしdは該レンズの中心肉厚である。

【0038】フォーカシングレンズ群の全てのレンズが条件(10)の下限より小さな値を持つと、非点収差を

十分補正することが困難であり、存在した非点収差により、ズーミングもしくはフォーカシングに際して像面の変動が大きく好ましくない。また条件(10)の上限より大きな肉厚を持つレンズをフォーカシング群に配置すると、レンズの加工の困難さに加え、可動群の重量が重くなり大きな駆動力を必要とし好ましくない。第2実施例では第4レンズ群の最も像側に配置した正レンズがこの条件を満足するものである。

【0039】さらに非点収差の発生を抑制するためには条件(10)の代わりに、以下の条件(10')を満足することが望ましい。

【0040】(10') $1.0 < d/f_W < 2.0$
本実施例も各条件を満足せしめることによって、高い光学性能を保っており、しかもフォーカシングに際しての収差変動を小さく保っていることが収差図から判る。尚フォーカシングの際の第4レンズ群の移動による間隔の変化はデータ中にD3'として示してある。又その時の収差状況は図9の通りである。

【0041】各実施例において、レンズ系の像側に配置された平板ガラスは、固体撮像素子の撮像面の保護ガラスや電子撮像素子で撮影する際のモアレ防止のためのローパスフィルタ、赤外カットフィルタなどを表している。

【0042】また実施例に示した第4レンズ群を用いたフォーカシング方式以外にも、第3レンズ群を用いたフォーカシング方式、あるいは第3レンズ群もしくは第4レンズ群の一部を用いたフォーカシング方式においても本発明が有効であることは明らかである。

【0043】本発明のズームレンズは、特許請求の範囲の各請求項に記載したレンズ系のほか、次に記載するレンズ系も本発明の目的を達成するものである。

【0044】(1) 特許請求の範囲の請求項1, 2又は3に記載されているレンズ系で、条件(2),

(3), (4)の代りに夫々下記の条件(2'),

(3'), (4')を満足するズームレンズ。

(2') $-0.70 < f_W/f_{3N} < -0.35$

(3') $0.65 < f_{3P1}/f_{3P2} < 1.25$

(4') $-0.22 < f_W/f_{4N} < -0.06$

【0045】(2) 特許請求の範囲の請求項2又は3に記載されているレンズ系で、条件(6)の代りに下記条件(6')を満足することを特徴とするズームレンズ。

(6') $0.10 < 1/SF_{1N} < 0.28$

【0046】(3) 前記(1)の項に記載されているレンズ系で、下記条件(6')を満足することを特徴とするズームレンズ。

(6') $0.10 < 1/SF_{1N} < 0.28$

【0047】(4) 特許請求の範囲の請求項3に記載されているレンズ系で、条件(7), (8)の代りに夫々下記条件(7'), (8')を満足することを特徴とするズームレンズ。

(7') $0.6 < 1/SF_{2N} < 1.4$

(8') $-0.7 < 1/SF_{2P} < -0.3$

【0048】(5) 前記(1), (2), 又は(3)の項に記載されているレンズ系で、下記条件(7'), (8')を満足するズームレンズ。

(7') $0.6 < 1/SF_{2N} < 1.4$

(8') $-0.7 < 1/SF_{2P} < -0.3$

【0049】(6) 特許請求の範囲の請求項1, 2又は3あるいは前記(1), (2), (3), (4)又は(5)の項に記載されているレンズ系で、下記条件(9)を満足するズームレンズ。

(9) $-0.4 < 1/SF_{4N} < -0.1$

【0050】(7) 特許請求の範囲の請求項1, 2又は3あるいは前記(1), (2), (3), (4),

(5)又は(6)の項に記載されたレンズ系で、第4レンズ群を光軸上で移動させてフォーカシングを行ない又下記条件(10)を満足するズームレンズ。

(10) $0.7 < d/f_W < 2.0$

【0051】(8) 前記(7)の項に記載されているレンズ系で、条件(10)の代りに下記条件(10')を満足するズームレンズ。

(10') $1.0 < d/f_W < 2.0$

【0052】

【発明の効果】本発明によれば、ビデオカメラやステルビデオカメラ、特に近年の高精細画像を取り込む用途に適した、画素数の多い撮像素子を用いた電子カメラに最適で、構成の簡単な、しかも小型なズームレンズを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の断面図

【図2】本発明の実施例2の断面図

【図3】本発明の実施例1の広角端における収差曲線図

【図4】本発明の実施例1の中間焦点距離における収差曲線図

【図5】本発明の実施例1の望遠端における収差曲線図

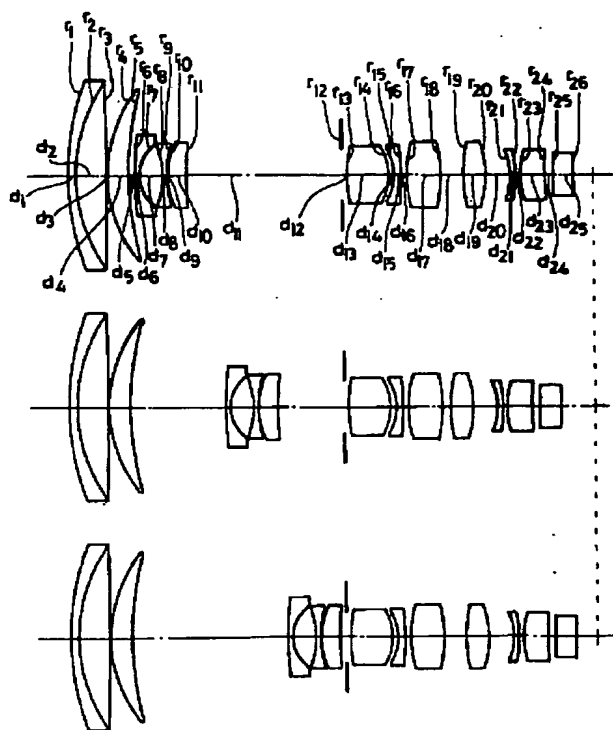
【図6】本発明の実施例2の広角端における収差曲線図

【図7】本発明の実施例2の中間焦点距離における収差曲線図

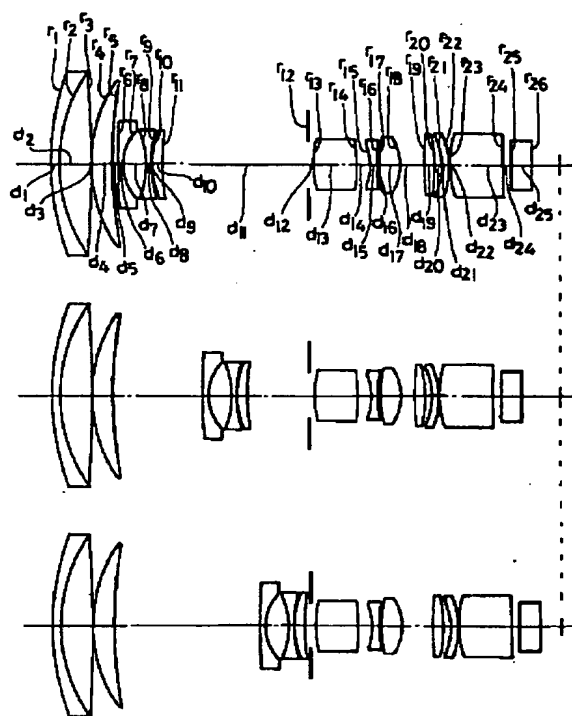
【図8】本発明の実施例2の望遠端における収差曲線図

【図9】本発明の実施例2の望遠端における物点距離1mの収差曲線図

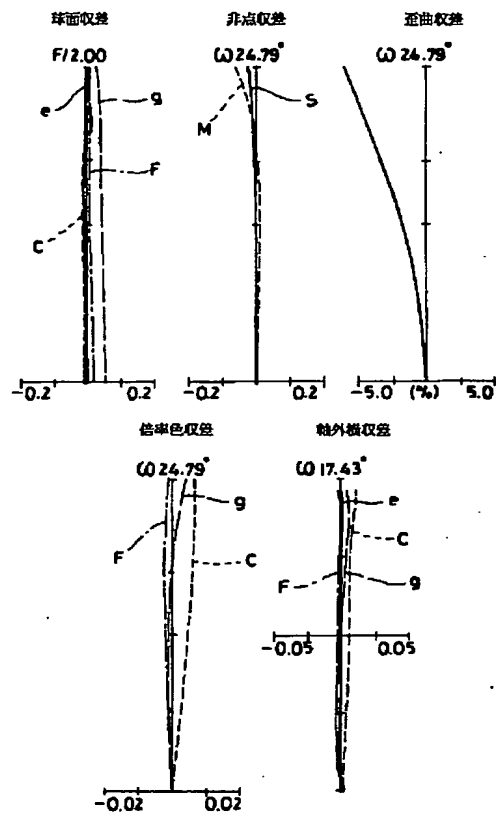
【図 1】



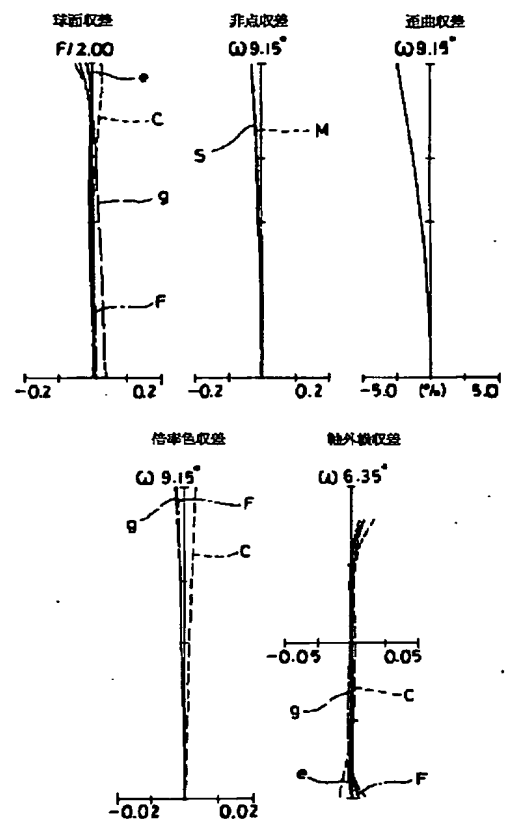
【図 2】



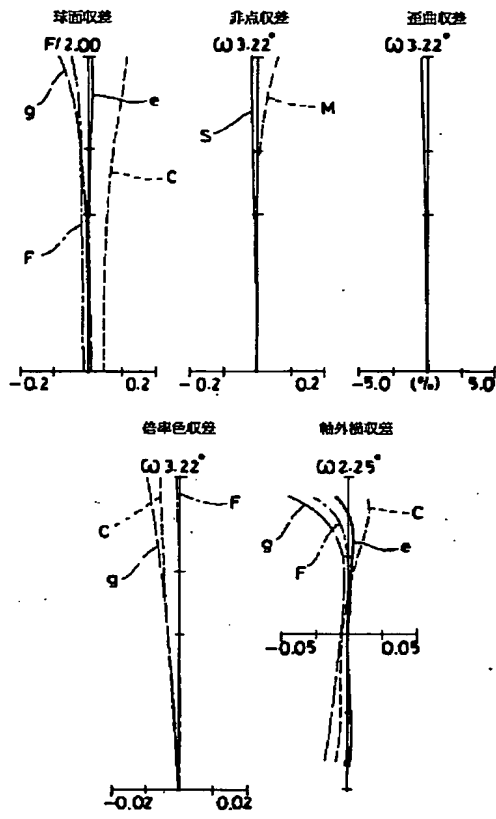
【圖 3】



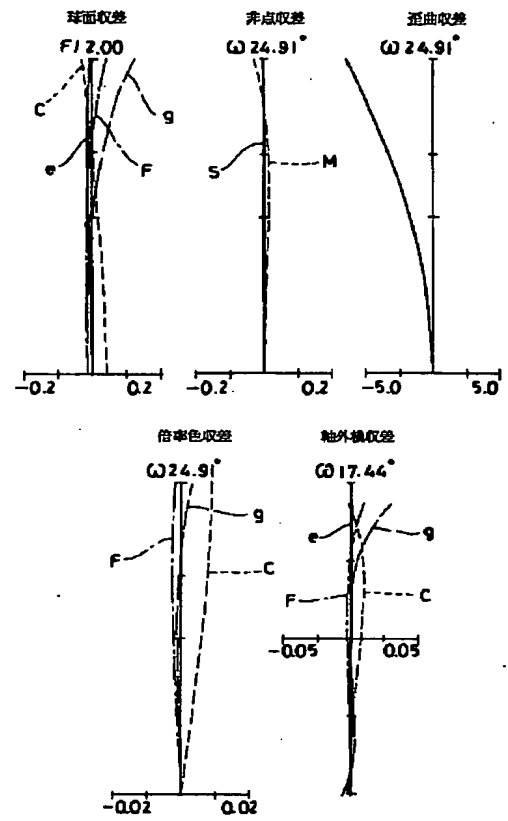
【圖 4】



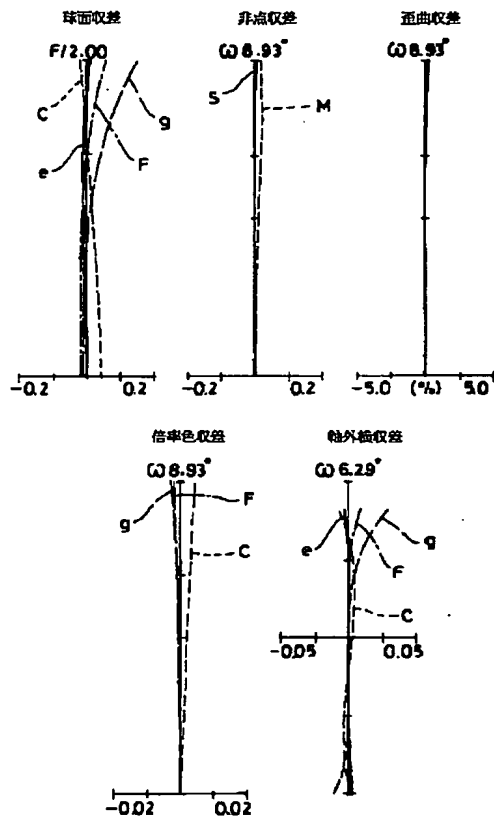
【圖 5】



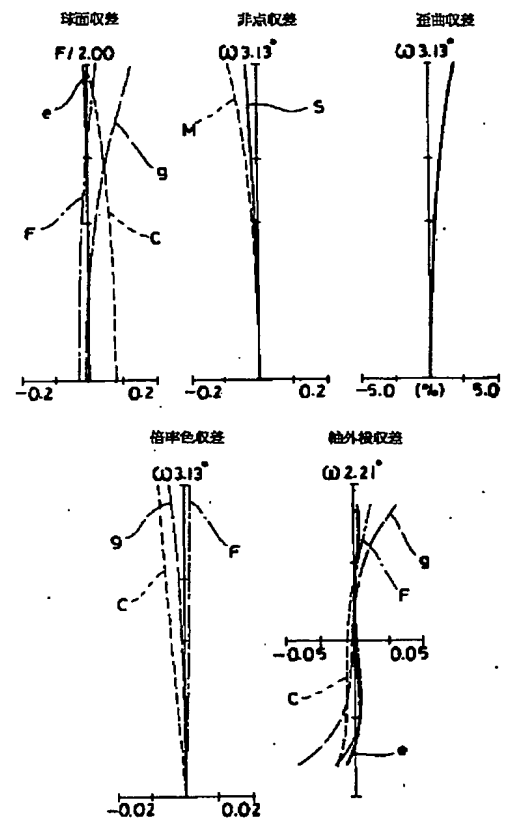
【圖 6】



【圖 7】



【圖 8】



【圖 9】

